



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
02.12.2015 Patentblatt 2015/49

(51) Int Cl.:
G01D 5/30 (2006.01) **G01D 5/28** (2006.01)
G01J 9/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **14169764.9**

(22) Anmeldetag: **26.05.2014**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(71) Anmelder: **SICK STEGMANN GmbH**
78166 Donaueschingen (DE)

(72) Erfinder: **Hopp, Dr. David**
78166 Donaueschingen (DE)

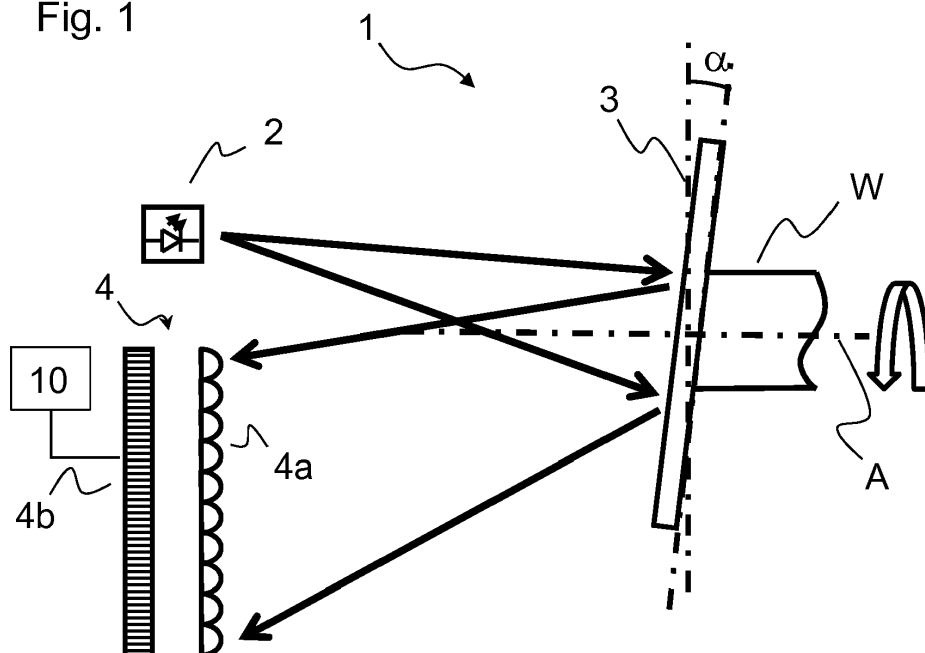
(74) Vertreter: **Ludewigt, Christoph**
Sick AG
Intellectual Property
Erwin-Sick-Strasse 1
79183 Waldkirch (DE)

(54) **Vorrichtung zur Messung eines Drehwinkels und Verfahren zur Bestimmung eines Drehwinkels**

(57) Um eine Messgenauigkeit eines Drehwinkels zu verbessern, wird eine Vorrichtung zur Messung eines Drehwinkels zweier relativ zueinander drehender Objekte vorgeschlagen, mit zumindest einer Lichtquelle, die Licht mit einer Wellenfront aussendet, mit zumindest einem zu der Lichtquelle relativ drehenden Modulator, der die ausgesendete Wellenfront mit zumindest einem Winkelversatz in Abhängigkeit des Drehwinkels moduliert, mit zumindest einem Empfänger zum Empfangen der

modulierten Wellenfront, wobei der Empfänger ein erstes Array, das die modulierte Wellenfront beeinflussende erste Elemente umfasst, und ein zweites Array, das photoempfindliche Empfangselemente umfasst, aufweist, und mit einer Auswerteeinheit, die Signale des zweiten Arrays des Empfängers auswertet und aus einer durch den Winkelversatz der modulierten Wellenfront resultierenden Änderung der Signale den Drehwinkel ermittelt.

Fig. 1



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Messung eines Drehwinkels zweier relativ zueinander drehender Objekte und ein Verfahren zur Bestimmung eines Drehwinkels.

[0002] Aus der EP 2 657 652 A1 ist eine Vorrichtung zur Messung des Drehwinkels bekannt.

[0003] Die Vorrichtung nutzt das optische Prinzip zur Winkelmessung. Hierbei sendet eine Lichtquelle Lichtstrahlen in Richtung eines mit einer Welle mitdrehenden Polarisators, der die Lichtstrahlen polarisiert und entweder in Richtung eines Empfängers rückreflektiert, wenn der Polarisator lichtreflektierend aufgebaut ist, oder in Richtung des Empfängers durchlässt, wenn der Polarisator lichtdurchlässig aufgebaut ist.

[0004] Der Empfänger weist zumindest zwei Empfangselemente auf, vor denen jeweils ein Polarisationsfilter vorgesehen ist, wobei die Polarisationsfilter unterschiedliche Polarisationsrichtung aufweisen.

[0005] Solch eine Vorrichtung hat den Nachteil, dass die Qualität der Messung bzw. die Genauigkeit des detektierten Drehwinkels sehr stark von der mechanischen Toleranz der Vorrichtung abhängt, so dass die Herstellung kostspielig ist.

[0006] Trotz kostspieliger und genauer Herstellung können im Betrieb der Vorrichtung aufgrund der Betriebsbedingungen hohe mechanische dynamische Toleranzen entstehen, die sich unvermeidbar negativ auf die Genauigkeit der Vorrichtung auswirken.

[0007] Es ist daher eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Vorrichtung zur Messung eines Drehwinkels der eingangs genannten Art derart zu verbessern, dass die Genauigkeit einer Messung verbessert ist.

[0008] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Vorrichtung zur Messung eines Drehwinkels zweier relativ zueinander drehender Objekte gelöst, mit zumindest einer Lichtquelle, die Licht mit einer Wellenfront aussendet, mit zumindest einem zu der Lichtquelle relativ drehenden Modulator, der die ausgesendete Wellenfront mit zumindest einem Winkelversatz in Abhängigkeit des Drehwinkels moduliert, mit zumindest einem Empfänger zum Empfangen der modulierten Wellenfront, wobei der Empfänger ein erstes Array, das die modulierte Wellenfront beeinflussende erste Elemente umfasst, und ein zweites Array, das photoempfindliche Empfangselemente umfasst, aufweist, und mit einer Auswerteeinheit, die Signale des zweiten Arrays des Empfängers auswertet und aus einer durch den Winkelversatz der modulierten Wellenfront resultierenden Änderung der Signale den Drehwinkel ermittelt.

[0009] Hierbei wird erfindungsgemäß unter Array eine flächige Anordnung der Elemente verstanden.

[0010] Gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel weist das erste Array Linsen oder Mikrolinsen als die ersten Elemente auf und umfasst das zweite Array Photodioden, vorzugsweise Quadrantendioden, als Empfangselemente. Vorteilhafterweise ist der Empfän-

ger als ein Wellenfrontsensor ausgebildet, der somit ein Array aus Linsen oder Mikrolinsen und ein Array von Photodioden umfasst.

[0011] Durch den Aufbau des Empfängers als Wellenfrontsensor ergibt sich der Vorteil, dass eine Form der Wellenfront und somit einhergehend auch eine Lichtrichtung bzw. ein Einfallswinkel der modulierten Wellenfront bestimmt werden können, woraus wiederum zusätzliche Parameter der Vorrichtung bestimmbar sind.

[0012] Gemäß einem weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiel ist der Modulator an einer Stirnfläche einer Welle befestigt, wobei der Modulator in einem vorgegebenen definierten Kippwinkel zu der Stirnfläche der Welle gekippt ist und der Kippwinkel die ausgesendete Wellenfront entsprechend moduliert.

[0013] Vorteilhafterweise sind die ersten Elemente des ersten Arrays am Rande des zweiten Arrays angeordnet, so dass der gesamte Randbereich des Arrays von Empfangselementen durch die ersten Elemente abgedeckt ist, oder die in Gruppen angeordneten ersten Elemente des ersten Arrays derart angeordnet sind, dass Eckbereiche des zweiten Arrays oder ein Bereich der Mitte des zweiten Arrays durch die Gruppen von ersten Elementen abgedeckt sind.

[0014] Gemäß einem weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiel weist das zweite Array mindestens genauso viele, vorzugsweise zweimal oder viermal so viele, Empfangselemente auf, wie das erste Array an ersten Elementen hat. Hierbei ergibt sich der Vorteil, dass eine räumliche Verteilung der einzelnen Abbildungen der modulierten Wellenfront bestimmbar ist.

[0015] Gemäß einem weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiel sind jeweils vier Empfangselemente, vorzugsweise ein Vielfaches von in Gruppen angeordneten Empfangselementen, einem ersten Element zugeordnet.

[0016] Gemäß einem weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiel projizieren die ersten Elemente die modulierte Wellenfront als Punkte auf die Empfangselemente, wobei die projizierten Punkte mit der Drehung des Modulators auf den Empfangselementen bewegbar sind. Hierbei können die projizierten Punkte als Lichtpunkte oder Schattenpunkte ausgebildet sein.

[0017] Gemäß einem weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiel ist der Modulator derart spiegelnd oder transparent ausgebildet, dass die ausgesendete Wellenfront mit dem Winkelversatz moduliert reflektierbar oder transmittierbar ist. Vorteilhafterweise weist der Modulator eine Aussparung auf, so dass eine Drehung einer Hohlwelle bestimmbar ist.

[0018] Ferner ist es eine Aufgabe der Erfindung ein Verfahren zur Messung eines Drehwinkels zweier relativ zueinander drehender Objekte derart zu verbessern, dass eine höhere Genauigkeit der Messung gewährleistet ist.

[0019] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Verfahren, mit den Schritten Aussenden von Licht mit einer Wellenfront mittels einer Lichtquelle; Mo-

dulieren der ausgesendeten Wellenfront mittels eines Modulators, wobei der Modulator zumindest einen Kippwinkel aufweist, so dass eine modulierte Wellenfront mit zumindest einem Winkelversatz zu der ausgesendeten Wellenfront auf einem ersten Array eines Empfängers rückreflektiert oder transmittiert wird; Projizieren der modulierten Wellenfront mittels des ersten Arrays auf einem zweiten Array, so dass eine Mehrzahl von projizierten Punkte auf dem zweiten Array abgebildet werden; Ermitteln einer Bewegung der projizierten Punkte der empfangenen modulierten Wellenfront auf dem zweiten Array, wobei die Punkt-bewegung durch Differenzbildung der detektierten Intensitäten der empfangenen modulierten Wellenfront bestimmt wird; und Ermitteln zumindest eines Drehwinkelsignals aus der kontinuierlichen Veränderung der modulierten Wellenfront und der Punkt-bewegung der projizierten Punkte.

[0020] Gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel wird eine Auswertung der projizierten Punkte für jedes der modulierten Wellenfront beeinflussende erste Element des ersten Arrays durchgeführt und es werden mehrere Drehwinkelsignale entsprechend der Anzahl der ersten Elemente ermittelt.

[0021] Gemäß einem weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiel wird die Punkt-bewegung in unterschiedlichen laterale Richtungen bestimmt, so dass pro Richtung eine Differenzbildung durchgeführt wird.

[0022] Gemäß einem weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiel wird zumindest ein Intensitätsschwerpunkt für mehrere Empfangselemente ausgewertet, so dass der projizierte Punkt des der Empfangselemente zugeordneten ersten Elements bestimmt wird.

[0023] Gemäß einem weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiel werden die ermittelten projizierten Punkte den jeweiligen Positionen der ersten Elemente zugeordnet, so dass zusätzliche Systemgrößen, vorzugsweise Amplitude oder Phasenlage des Drehwinkelsignals bestimmt werden.

[0024] Bevorzugte Ausgestaltungen und Weiterbildungen sowie weitere Vorteile der Erfindung sind den Unteransprüchen, der nachfolgenden Beschreibung und den Zeichnungen zu entnehmen.

[0025] Im Folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnungen im Einzelnen erläutert. Hierbei sind gleiche Teile in den Zeichnungen mit den gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet. In den Zeichnungen zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung;

Fig. 2A-B eine schematische Darstellung von zwei Ausführungsbeispielen der erfindungsgemäßen Vorrichtung;

Fig. 3 eine schematische Darstellung eines weiteren Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Vorrichtung;

Fig. 4 eine schematische Darstellung eines weiteren Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Vorrichtung;

5 Fig. 5A-E eine schematische Darstellung von Ausführungsbeispielen von Anordnungen der Array der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

[0026] In Figur 1 ist ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 zur Messung eines Drehwinkels zweier relativ zueinander drehender Objekte gezeigt, wobei in dieser Ausführungsform die Vorrichtung auf dem Prinzip der Reflexion funktioniert.

[0027] Die Vorrichtung 1 ist mit zumindest einer Lichtquelle 2 zum Aussenden von Licht mit einer Wellenfront vorgesehen. Hierbei ist die Wellenfront als eine virtuelle Fläche definiert, welche sich orthogonal zu den ausgesendeten Lichtstrahlen der Lichtquelle 2 befindet.

[0028] Ferner weist die Vorrichtung 1 zumindest einen Modulator 3 auf, der zu der Lichtquelle relativ drehbar ist und die ausgesendete Wellenfront der Lichtquelle 2 mit zumindest einem Winkelversatz in Abhängigkeit des Drehwinkels moduliert. Weiterhin ist zumindest ein Empfänger 4 zum Empfangen der modulierten Wellenfront vorgesehen.

[0029] Gemäß dem Ausführungsbeispiel ist der Modulator 3 an einer Stirnfläche einer Welle W vorgesehen, wobei der Modulator 3 um einen Winkel α , im Folgenden auch als Kippwinkel bezeichnet, zu der Stirnfläche der Welle W gekippt montiert ist. Der Modulator 3 ist lichtreflektierend, so dass der Modulator 3 gegenüberliegend zu der Lichtquelle 2 und dem Empfänger 4 angeordnet ist. Hierbei sind die Lichtquelle 2 und der Empfänger 4 jeweils beabstandet zu einer Drehachse A der Welle W und ebenfalls gegenüberliegend angeordnet.

[0030] Die Welle W mit dem Modulator 3 dreht sich relativ zu der Lichtquelle 2 und dem Empfänger 4.

[0031] Zur Messung eines Drehwinkels sendet die Lichtquelle 2 Licht mit einer Wellenfront in Richtung des Modulators 3, der die ausgesendete Wellenfront moduliert und die modulierte Wellenfront zurück an dem Empfänger 4 reflektiert. Die modulierte und rückreflektierte Wellenfront trifft mit dem bestimmten Winkel auf den Empfänger 4. Erfindungsgemäß besteht der Empfänger 4 aus einem ersten Array 4a und einem zweiten Array 4b, wobei das erste Array 4a die Wellenfront beeinflussende erste Elemente 5a aufweist und das zweite Array 4b photoempfindliche Empfangselemente 5b umfasst. Hierbei ist das zweite Array 4b vollständig oder in definierten Teilbereichen durch das erste Array 4a bedeckt und das erste Array 4a zwischen dem zweiten Array 4b und dem Modulator 3 angeordnet.

[0032] Vorteilhafterweise umfasst das erste Array 4a Linsen oder Mikrolinsen als die ersten Elemente 5a. Das zweite Array 4b umfasst Photodioden, vorzugsweise Quadrantendioden, als Empfangselemente 5b.

[0033] Die modulierte Wellenfront der Lichtquelle 2 trifft mit unterschiedlichen Einfallswinkeln auf das erste

Array 4a bzw. Array von Linsen bzw. Mikrolinsen und wird durch jedes erste Element 5a bzw. jede Linse bzw. Mikrolinse unterschiedlich in Richtung des zweiten Arrays 4b gelenkt. D. h. die ersten Elemente 5a projizieren die modulierte Wellenfront auf die Empfangselemente 5b.

[0034] Von jedem ersten Element 5a bzw. jeder Linse bzw. Mikrolinse entsteht auf dem zweiten Array 4b jeweils ein projizierter Punkt aus der Wellenfront, so dass eine Vielzahl an projizierten Punkten in Abhängigkeit der Anzahl der ersten Elemente 5a aus der Wellenfront auf den Empfangselementen 5b des zweiten Arrays 4b abgebildet sind.

[0035] Hierbei ist es vorteilhaft, dass das zweite Array 4b mindestens genauso viele, vorzugsweise zweimal oder viermal so viele, Empfangselemente 5b aufweist, wie das erste Array 4a an ersten Elementen 5a hat. D. h. insbesondere je mehr Empfangselemente 5b einem ersten Element 5a zugeordnet sind, desto genauer kann eine Auswertung durchgeführt werden, da sich ein größerer Arbeitsbereich für die Auswertung ergibt, wenn eine Schwerpunktbestimmung bei der Auswertung durchgeführt wird. Hierdurch ist eine größere mechanische Toleranz für die Vorrichtung 1 erzielbar.

[0036] Erfindungsgemäß führt bei einer Drehung der Welle W mit dem Modulator 3 um die Drehachse A der Kippwinkel α zwischen dem Modulator 3 und der Stirnfläche der Welle W zu einem Taumeln des Modulators 3 bezüglich der auf ihn gesendeten Wellenfront und damit zu dem Winkelversatz zwischen der ausgesendeten Wellenfront und der rückreflektierten Wellenfront. D.h. die ausgesendete Wellenfront ist mit dem Winkelversatz moduliert. Ferner führt der Winkelversatz zu einem Taumeln der Einfallswinkel der modulierten rückreflektierten Wellenfront auf die ersten Elemente 5a, vorzugsweise Linsen bzw. Mikrolinsen, des Empfängers 4.

[0037] Falls der Modulator 3 keine Planfläche mit nur einem Kippwinkel α , sondern eine Freiformfläche mit unterschiedlichen Kippwinkeln α aufweist, dann wird erfindungsgemäß die ausgesendete Wellenfront mit unterschiedlichen Winkelversätzen moduliert, so dass die modulierte Wellenfront in Abhängigkeit vom Drehwinkel des Modulators 3 unterschiedliche Winkelversätze aufweist.

[0038] Anhand der kontinuierlichen lateralen Änderung der projizierten Punkte auf dem zweiten Array 4b bestimmt eine Auswerteeinheit 10 eine kontinuierliche Veränderung der Einfallswinkel, auch als Taumelwinkel bezeichnet, der modulierten rückreflektierten Wellenfront, woraus die Auswerteeinheit 10 wiederum eine Vielzahl von absoluten Winkelsignalen bzw. Drehwinkelsignalen ermittelt. Aus der Vielzahl der absoluten Winkelsignalen bzw. Drehwinkelsignalen lässt sich ein hochgenaues resultierendes Winkelsignal bzw. Drehwinkelsignal ermitteln.

[0039] Durch eine bevorzugte Ausführung des Empfängers 4 als Wellenfrontsensor bzw. als flächiges erstes Array 4a mit Linsen bzw. Mikrolinsen und flächiges zweites Array 4b mit Photodioden und der damit einherge-

henden räumlichen Verteilung der einzelnen projizierten Punkte können zusätzlich zum Drehwinkel weitere Parameter der Vorrichtung 1 detektiert werden.

[0040] Bei bekannter Abstrahlcharakteristik der Lichtquelle 2 sowie bekannter Geometrie des Modulators 3 kann z. B. auf den Kippwinkel α bzw. den Taumelwinkel des Modulators 3 geschlossen werden. Dieser hat u. a. Auswirkungen auf eine Signalamplitude.

[0041] Da die Ermittlung der Signale durch die Auswerteeinheit 10 im Wesentlichen von dem Winkelversatz zwischen der ausgesendeten Wellenfront und der modulierten Wellenfront resultiert, ist die Form des Modulators 3 frei wählbar, so dass grundsätzlich alle geometrischen Formen bis hin zu Freiformflächen des Modulators 3 möglich sind. D. h. anstatt aus einer Planfläche mit Kippwinkel α , wie in der Figur 1 gezeigt, kann der Modulator 3 auch aus einer polierten, schrägen Stirnfläche der Welle W bestehen. Hierbei kann der Modulator 3 refraktive oder diffraktive Strukturen aufweisen.

[0042] Weiterhin ist es möglich, den Abstand zwischen Modulator 3 und Empfänger 4 zu bestimmen. Hierfür wird die räumliche Verteilung des als Wellenfrontsensor ausgebildeten Empfängers 4 genutzt. Dies kann ähnlich wie bei bekannten Triangulationsverfahren geschehen.

[0043] Die lokale Positionsänderung der projizierten Punkte auf dem zweiten Array 4b unterscheidet sich je nach räumlicher Lage der jeweiligen ersten Elementen 5a (Linse) und Empfangselementen 5b (Photodiode) bezüglich der Positionen von Lichtquelle 2 und Modulator 3. Aufgrund einer Auswertung mehrerer räumlich verteilter Informationen kann zwischen Taumelwinkel und Abstand des Modulators 3 unterschieden werden.

[0044] Bei einem planen und taumelnden Modulator 3 entspricht eine Abstandsänderung geometrisch einem lateralen Versatz. Daher kann prinzipiell auch dieser detektiert werden. Die Separation zwischen den beiden lateralen Raumrichtungen erfolgt durch die Auswertung der Abstandsvariation in diesen beiden Richtungen bei Drehung des Modulators 3.

[0045] Auch eine relative Kippung der Drehachse A zum Empfänger 4 kann ermittelt werden, indem eine Modulation der Amplituden der Einzelsignale über eine Umdrehung erfasst wird. Prinzipiell lassen sich so auch die relative Position der Lichtquelle 2 oder die relative Kippung der Lichtquelle 2 ermitteln.

[0046] Für diese Parameter sowie auch für weitere Auswertungen relativer Positionen der Vorrichtungskomponenten im Raum kann sowohl die Beleuchtungscharakteristik als auch die Geometrie des Modulators 3 beliebig angepasst und optimiert werden.

[0047] Dies kann im Falle der Beleuchtungscharakteristik z. B. mit Hilfe strahlformender optischer Komponenten und im Falle einer Modulatorgeometrie z. B. durch gezielte Formung der reflektierenden Fläche des Modulators 3 geschehen.

[0048] Die zusätzlich ermittelbaren Messparameter sind prinzipiell abhängig von A-Priori-Wissen z. B. um die Geometrie des Modulators 3 oder die Abstrahlcha-

rakteristik der Lichtquelle 2.

[0049] Je nach Vorwissen und Aufbau der Vorrichtung 1 können so gezielt ausgesuchte Parameter detektiert werden. Dies ist insbesondere dann interessant, wenn die eigentlichen Winkelsignale durch mechanische Toleranzen beeinträchtigt werden.

[0050] Der dadurch entstandene Messfehler kann vorteilhafterweise mit Hilfe der gewonnenen Zusatzinformationen korrigiert werden.

[0051] So ist z. B. eine Korrektur der Amplitude bzw. eine Anpassung der Dynamik bezüglich der Beleuchtungsintensität bei einer Abstandsänderung des Modulators 3 möglich. Eine Korrektur z. B. der Phasenlage der Winkelsignale, welche durch die Verkippung der Drehachse A bezüglich Lichtquelle 2 bzw. Empfänger 4 zustande kommt, kann korrigiert werden.

[0052] Ebenso korrigiert werden kann z. B. die Phasenlage der Signale durch eine fehlerhafte Position oder Kippung der Lichtquelle 2 bezüglich des Empfängers 4.

[0053] In den Figuren 2A und 2B sind zwei alternative Ausführungsbeispiele der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 gezeigt.

[0054] Bei den beiden Ausführungsbeispielen der Figuren 2A und 2B sind die Teile der Vorrichtung 1 koaxial zu der Drehachse A der Welle W angeordnet. D. h. sowohl die Lichtquelle 2, der Modulator 3, das erste Array 4a und das zweite Array 4b sind auf der Drehachse A der Welle W und für sich symmetrisch zu der Drehachse A angeordnet.

[0055] Der Unterschied zwischen dem Ausführungsbeispiel in der Figur 2A zu dem Ausführungsbeispiel in der Figur 2B besteht darin, dass die Lichtquelle 2 bei dem Ausführungsbeispiel in der Figur 2A vor dem Empfänger 4 und bei dem Ausführungsbeispiel in der Figur 2B in dem Empfänger 4, insbesondere mittig in dem ersten Array 4a angeordnet ist.

[0056] Durch die koaxiale Anordnung der Teile ergibt sich eine zu der Drehachse A symmetrische modulierte Wellenfront von rückreflektiertem Licht, die auf das erste Array 4a trifft, wobei der Kippwinkel α zweifachen Einfluss auf den Einfallswinkel der modulierten Wellenfront hat.

[0057] Bei der Positionierung der Lichtquelle 2 mittig in dem ersten Array 4a, gemäß der Figur 2B, weist die Vorrichtung 1 eine verbesserte Kompaktheit auf. Ferner ergibt sich eine zusätzliche Symmetrie der Vorrichtung 1, so dass es vorteilhaft für die Auswertung sämtlicher Signale ist.

[0058] Die Vorrichtung 1 lässt sich auch, wie in der Figur 3 gezeigt, anstatt auf dem Prinzip der Reflexion des ausgesendeten Lichts auch auf dem Prinzip der Transmission des ausgesendeten Lichts aufbauen.

[0059] Hierbei besteht der Modulator 3 aus einem transparenten bzw. lichtdurchlässigen Keil 3a, der zur Umgebung eine unterschiedliche Brechzahl aufweist. Der Keil 3a ist an der Stirnfläche der Welle W derart vorgesehen, dass an einer Seite des Keils 3a sich ein Kippwinkel α zwischen einer Fläche des Keils 3a und einer

Symmetrieachse, die senkrecht zu der Drehachse A der Welle W ist, ergibt. Hierbei kann der Keil 3a bzw. der transparente Modulator 3 ebenfalls eine beliebige Form bzw. Dicke aufweisen.

[0060] Die Lichtquelle 2 ist auf einer Seite und der Empfänger 4 auf der anderen Seite des Keils 3a angeordnet, so dass die von der Lichtquelle 2 ausgesendete Wellenfront durch den Keil 3a moduliert hindurchgeht und als modulierte Wellenfront auf das erste Array 4a des Empfängers 4 auftrifft.

[0061] Figur 4 zeigt ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1, bei der das Prinzip der Reflexion angewendet ist.

[0062] Hierbei ist, im Gegensatz zu den bisherigen Ausführungsbeispielen, ein Strahlteiler 6 vorgesehen, der zwischen dem Modulator 3 und dem Empfänger 4 angeordnet ist. Der Strahlteiler 6 ist derart ausgebildet, dass die Lichtquelle 2 zwar ebenfalls mittig zwischen dem Modulator 3 und dem Empfänger 4, jedoch seitlich von beidem angeordnet ist.

[0063] Bei dieser Anordnung sendet die Lichtquelle 2 von einer Seite der Vorrichtung 1 Licht mit einer Wellenfront in Richtung des Strahlteilers 6, der das ausgesendete Licht in Richtung des Modulators 3 umlenkt. Der Modulator 3 moduliert die ausgesendete Wellenfront und reflektiert die modulierte Wellenfront zurück in Richtung des Strahlteilers 6.

[0064] Die rückreflektierte, modulierte Wellenfront wird vom Strahlteiler 6 in Richtung des Empfängers 4 durchgelassen, so dass es als modulierte Wellenfront auf das erste Array 4a trifft. Die ersten Elemente 5a bzw. Linsen projizieren die modulierte Wellenfront als eine Vielzahl von projizierten Punkten auf ihre jeweilige zugeordnete Empfangselemente 5b.

[0065] Hierdurch ergibt sich ebenfalls eine zusätzliche Symmetrie der Vorrichtung 1, die entsprechend vorteilhaft für die Signalauswertung ist.

[0066] Generell für alle Ausführungsbeispiele der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 wird die Bewegung der projizierten Punkte der empfangenen, modulierten Wellenfront auf dem zweiten Array 4b ermittelt, wobei die Punktbewegung durch Differenzbildung oder Schwerpunktbestimmung der detektierten Intensitäten der empfangenen, modulierten Wellenfront bestimmt wird.

[0067] Hieraus kann zumindest ein absolutes Drehwinkelsignal aus der kontinuierlichen Veränderung des Einfallswinkels der empfangenen, modulierten Wellenfront und der Punktbewegung der projizierten Punkte bestimmt werden.

[0068] Dies bedeutet vorzugsweise, dass eine Auswertung der projizierten Punkte für jedes erste Element 5a bzw. jede Linse des ersten Arrays 4a durchgeführt wird und mehrere Drehwinkelsignale entsprechend der Anzahl der ersten Elemente 5a bzw. der Linsen ermittelt werden.

[0069] D. h. insbesondere für jedes erste Element 5a bzw. jede Linse geschieht die Auswertung zunächst separat, idealerweise in beide lateralen Richtungen der Än-

derung der projizierten Punkte, so dass schließlich entsprechend der Anzahl der ersten Elemente 5a bzw. Linsen mehrere Signale vorhanden sind, welche der räumlichen Position der ersten Elemente 5a bzw. Linsen zugeordnet werden können.

[0070] Aus diesen Informationen lassen sich nun alle oben erwähnten Parameter berechnen. Aufgrund der Vielzahl der vorliegenden Signale eines ersten Arrays 4a bzw. eines ersten Arrays von Linsen/Mikrolinsen kann das resultierende bzw. das ausgegebene Drehwinkelsignal nun mit wesentlich größerer Genauigkeit generiert werden.

[0071] Hierfür trägt zunächst die Möglichkeit der Redundanz bei, d. h. alle Drehwinkelsignale werden z. B. im Sinne einer Mittelung miteinander verrechnet. Dabei können weitere Algorithmen, z. B. im Sinne einer Gewichtung der Einzelsignale oder z. B. einer virtuellen Verschaltung zu Summen- oder Differenzsignalen, Verwendung finden.

[0072] Überdies ist auch eine selektive Auswertung der Signale der einzelnen ersten Array 4a bzw. Array von Linsen unter Kenntnis von zusätzlichen Messparametern möglich. Hierdurch kann zur Robustheit der Vorrichtung 1 z. B. gegenüber Verschmutzung beigetragen werden.

[0073] Weiterhin kann eine Plausibilitätsprüfung der einzelnen Signale stattfinden, so dass z. B. geprüft wird, ob überhaupt eine Auswertung eines einzelnen ersten Arrays 4a möglich ist. Falls die Prüfung negativ ausfällt, kann dieses Signal oder auch ein oder mehrere ausgewählte weitere Signale ignoriert oder gesondert behandelt werden. Dies macht die Vorrichtung 1 ebenfalls robust gegenüber z. B. Verschmutzung oder ungewollter Abschattung.

[0074] Die beschriebene Auswertungsverbesserung resultiert im Wesentlichen aus der flächigen und variablen Anordnung der ersten Array 4a und zweiten Array 4b zueinander.

[0075] Anstatt einer Verwendung des ersten Arrays 4a mit Linsen bzw. Mikrolinsen kann auch bei einem nicht gezeigten Ausführungsbeispiel das erste Array 4a mit Löchern bzw. Blenden vorgesehen sein, so dass die rückreflektierte modulierte Wellenfront als Schattenpunkte auf dem zweiten Array 4b projiziert wird.

[0076] Im Gegensatz zu den gezeigten Ausführungsbeispielen ist die Intensität der projizierten Schattenpunkte wesentlich geringer als die Intensität der projizierten (Licht)-Punkte der modulierten Wellenfront, so dass eine größere photoempfindliche Fläche als zweites Array 4b benötigt wird, um eine ähnliche genaue Auswertung zu erzielen.

[0077] Die vorteilhafte Anordnung der gezeigten Ausführungsbeispiele ist in den Figuren 5A bis 5E schematisch dargestellt.

[0078] Eine vollständige Abdeckung des zweiten Arrays 4b durch das erste Array 4a ist in der Figur 5A dargestellt. Die ersten Elemente 5a sind als Linsen ausgebildet, wobei die Linsen refraktiv oder diffraktiv ausgeführt sein können.

[0079] Hierbei sind pro Linse 5a vier Empfangselemente 5b aus photoempfindlichen Flächen, insbesondere Quadrantendioden, zugeordnet. Hierdurch muss der jeweilige projizierte Punkt bzw. Lichtpunkt in Lichtrichtung nicht zwingend genau auf die photoempfindliche Fläche fallen, so dass die Vorrichtung 1 gegenüber Unschärfe robust ist.

[0080] Um eine höhere Auslösung bzw. eine größere laterale Bewegung der projizierten Punkte zu erzielen, ist eine Zuordnung von mehr Empfangselementen 5b pro erstes Element 5a bzw. Linse vorteilhaft. Beispielhaft ist in Figur 5B die Zuordnung von 5x5 Empfangselementen 5b pro erstes Element 5a bzw. Linse gezeigt.

[0081] Im Gegensatz zu der vollständigen Abdeckung des zweiten Arrays 4b durch das erste Array 4a, zeigen die Figuren 5C und 5D bevorzugte Ausführungsbeispiele, bei denen eine Teilabdeckung des zweiten Arrays 4b durch lokale Anordnung des ersten Arrays 4a vorgesehen ist.

[0082] In Figur 5C sind lediglich die vier Eckbereiche des zweiten Arrays 4b durch das erste Array 4a mit vier lokalen ersten Elementen 5a bzw. Linsen abgedeckt. In dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 5D sind alle vier Randbereiche des zweiten Arrays 4b durch erste Elemente 5a bzw. Linsen abgedeckt.

[0083] Figur 5E zeigt eine Draufsicht auf die Anordnung der Lichtquelle 2, des ersten Arrays 4a und des zweiten Arrays 4b gemäß dem in der Figur 2B beschriebenen Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1. Die Lichtquelle 2 ist mittig zwischen den ersten Elementen 5a angeordnet.

[0084] Die Anordnung ermöglicht eine kompakte Bauweise und eine symmetrische Bestrahlung des ersten Arrays 4a und des zweiten Arrays 4b.

[0085] Weiterhin können erfindungsgemäß die zwischen den ersten Elementen 5a bzw. Linsen verbleibenden Flächen transparent oder auch intransparent ausgebildet sein. Bevorzugter Weise vermeidet eine intransparente Ausbildung der Flächen zwischen den ersten Elementen 5a bzw. Linsen eine mögliche Beeinflussung der benachbarten ersten Elemente 5a und zugehörigen Empfangselemente 5b bei der Auswertung.

[0086] Zur Erhöhung der Messgenauigkeit bzw. zum Verbessern der Auswertung können auch mehrere Lichtquellen 2, insbesondere mit unterschiedlichen Wellenlängen, in der Vorrichtung 1 eingesetzt werden. Hierbei können die Lichtquellen 2 gepulst oder kontinuierlich betrieben sein.

[0087] Ferner können die ersten Elemente 5a bzw. Linsen auch gegenüber dem zweiten Array 4b lateral verschoben oder sogar verkippt sein, so dass eine Optimierung der Signale erreichbar wäre. Dies führt bei der Auswertung, z. B. beim Offaxis-Ansatz, zu Vorteilen.

[0088] Hierbei ist ein Abstand zwischen dem ersten und zweiten Array 4a, 4b einstellbar, so dass eine verbesserte Kompensation der mechanischen Toleranzen der Vorrichtung 1 optimiert werden kann.

Bezugszeichenliste**[0089]**

1	Vorrichtung
2	Lichtquelle
3	Modulator
3a	Keil
4	Empfänger
4a	Erstes Array
4b	Zweites Array
5a	Erstes Element bzw. Linse oder Mikrolinse
5b	Empfangelement bzw. Photodiode
6	Strahlteiler
10	Auswerteeinheit
W	Welle
A	Drehachse
α	Kippwinkel bzw. Taumelwinkel

Patentansprüche

1. Vorrichtung (1) zur Messung eines Drehwinkels zweier relativ zueinander drehender Objekte, mit zumindest einer Lichtquelle (2), die Licht mit einer Wellenfront aussendet, mit zumindest einem zu der Lichtquelle (2) relativ drehenden Modulator (3), der die ausgesendete Wellenfront mit zumindest einem Winkelversatz in Abhängigkeit des Drehwinkels moduliert, mit zumindest einem Empfänger (4) zum Empfangen der modulierten Wellenfront, wobei der Empfänger (4) ein erstes Array (4a), das die modulierte Wellenfront beeinflussende erste Elemente (5a) umfasst, und ein zweites Array (4b), das photoempfindliche Empfangselemente (5b) umfasst, aufweist, und mit einer Auswerteeinheit (10), die Signale des zweiten Arrays (4b) des Empfängers (4) auswertet und aus einer durch den zumindest einen Winkelversatz der modulierten Wellenfront resultierenden Änderung der Signale den Drehwinkel ermittelt.
2. Vorrichtung (1) nach Anspruch 1, wobei das erste Array (4a) Linsen oder Mikrolinsen als die ersten Elemente (5a) aufweist und das zweite Array (4b) Photodioden, vorzugsweise Quadrantendioden, als Empfangselemente (5b) umfasst.
3. Vorrichtung (1) nach Anspruch 1 oder 2, wobei der Empfänger (4) als ein Wellenfrontsensor ausgebildet ist.
4. Vorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Modulator (3) an einer Stirnfläche einer Welle (W) befestigt ist, wobei der Modulator (3) in einem vorgegebenen definierten Kippwinkel (α) zu der Stirnfläche der Welle (W) gekippt ist und der Kippwinkel (α) die ausgesendete Wellen-

front entsprechend moduliert.

5. Vorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die ersten Elemente (5a) des ersten Arrays (4a) am Rande des zweiten Arrays (4b) angeordnet sind, so dass der gesamte Randbereich des zweiten Arrays (4b) durch die ersten Elemente (5a) abgedeckt ist, oder die in Gruppen angeordneten ersten Elemente (5a) derart angeordnet sind, dass Eckbereiche des zweiten Arrays (4b) oder ein Bereich der Mitte des zweiten Arrays (4b) durch die Gruppen von ersten Elemente (5a) abgedeckt sind.
6. Vorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das zweite Array (4b) mindestens genauso viele, vorzugsweise zweimal oder viermal so viele, Empfangselemente (5b) aufweist wie das erste Array (4a) an ersten Elementen (5a) hat.
7. Vorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei jeweils vier Empfangselemente (5b), vorzugsweise ein Vielfaches von in Gruppen angeordneten Empfangselementen (5b), einem ersten Element (5a) zugeordnet sind.
8. Vorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die ersten Elemente (5a) die modulierte Wellenfront als Punkte auf die Empfangselemente (5b) projizieren, wobei die projizierten Punkte mit der Drehung des Modulators (3) auf den Empfangselementen (5b) bewegbar sind.
9. Vorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Modulator (3) derart spiegelnd oder transparent ausgebildet ist, dass die ausgesendete Wellenfront mit dem Winkelversatz moduliert reflektierbar oder transmittierbar ist.
10. Vorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Modulator (3) eine Aussparung aufweist, so dass eine Drehung einer Hohlwelle bestimmbar ist.
11. Verfahren zur Bestimmung eines Drehwinkels zweier relativ zueinander drehender Objekte, mit den Schritten:
 - Aussenden von Licht mit einer Wellenfront mittels einer Lichtquelle (2);
 - Modulieren der ausgesendeten Wellenfront mittels eines Modulators (3), wobei der Modulator (3) zumindest einen Kippwinkel (α) aufweist, so dass eine modulierte Wellenfront mit zumindest einem Winkelversatz zu der ausgesendeten Wellenfront auf einem ersten Array (4a) eines Empfängers (4) rückreflektiert oder transmittiert wird;
 - Projizieren der modulierten Wellenfront mittels

des ersten Arrays (4a) auf einem zweiten Array (4b), so dass eine Mehrzahl von projizierten Punkte auf dem zweiten Array (4b) abgebildet werden;

- Ermitteln einer Bewegung der projizierten Punkte der empfangenen modulierten Wellenfront auf dem zweiten Array (4b), wobei die Punkt-bewegung durch Differenzbildung der detektierten Intensitäten der empfangenen modulierten Wellenfront bestimmt wird; und
- Ermitteln zumindest eines Drehwinkelsignals aus der kontinuierlichen Veränderung der modulierten Wellenfront und der Punkt-bewegung der projizierten Punkte.

12. Verfahren nach Anspruch 8, wobei eine Auswertung der projizierten Punkte für jedes die modulierten Wellenfront beeinflussende erste Element (5a) des ersten Arrays (4a) durchgeführt wird und mehrere Drehwinkelsignale entsprechend der Anzahl der ersten Elemente (5a) ermittelt werden.
13. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, wobei die Punkt-bewegung in unterschiedliche laterale Richtungen bestimmt wird, so dass pro Richtung eine Differenzbildung durchgeführt wird.
14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei zumindest ein Intensitätsschwerpunkt für mehrere Empfangselemente (5b) ausgewertet wird, so dass der projizierte Punkt des der Empfangselemente (5b) zugeordneten ersten Elements (5a) bestimmt wird.
15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die ermittelten projizierten Punkte der jeweilige Position der ersten Elemente (5a) zugeordnet werden, so dass zusätzliche Systemgrößen, vorzugsweise Amplitude oder Phasenlage des Drehwinkelsignals bestimmt werden.

Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 137(2) EPÜ.

1. Vorrichtung (1) zur Messung eines Drehwinkels zweier relativ zueinander drehender Objekte, mit zumindest einer Lichtquelle (2), mit zumindest einem zu der Lichtquelle (2) relativ drehenden Modulator (3), mit zumindest einem Empfänger (4), und mit einer Auswerteeinheit (10),
dadurch gekennzeichnet, dass die zumindest eine Lichtquelle (2) Licht mit einer Wellenfront aussendet, wobei der zumindest eine Modulator (3) die ausgesendete Wellenfront mit zumindest einem Winkelversatz in Abhängigkeit des Drehwinkels moduliert, der zumindest eine Empfän-

ger (4) zum Empfangen der modulierten Wellenfront vorgesehen ist, wobei der Empfänger (4) ein erstes Array (4a), das die modulierte Wellenfront beeinflussende erste Elemente (5a) umfasst, wobei das erste Array (4a) Linsen oder Mikrolinsen als die ersten Elemente (5a) aufweist, und ein zweites Array (4b), das photoempfindliche Empfangselemente (5b), die als Photodioden, vorzugsweise Quadrantendioden, ausgebildet sind, umfasst, aufweist, die Auswerteeinheit (10) Signale des zweiten Arrays (4b) des Empfängers (4) auswertet und aus einer durch den zumindest einen Winkelversatz der modulierten Wellenfront resultierenden Änderung der Signale den Drehwinkel ermittelt, und der Empfänger (4) als ein Wellenfrontsensor ausgebildet ist.

2. Vorrichtung (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Modulator (3) an einer Stirnfläche einer Welle (W) befestigt ist, wobei der Modulator (3) in einem vorgegebenen definierten Kippwinkel (α) zu der Stirnfläche der Welle (W) gekippt ist und der Kippwinkel (α) die ausgesendete Wellenfront entsprechend moduliert.
3. Vorrichtung (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die ersten Elemente (5a) des ersten Arrays (4a) am Rande des zweiten Arrays (4b) angeordnet sind, so dass der gesamte Randbereich des zweiten Arrays (4b) durch die ersten Elemente (5a) abgedeckt ist, oder die in Gruppen angeordneten ersten Elemente (5a) derart angeordnet sind, dass Eckbereiche des zweiten Arrays (4b) oder ein Bereich der Mitte des zweiten Arrays (4b) durch die Gruppen von ersten Elemente (5a) abgedeckt sind.
4. Vorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zweite Array (4b) mindestens genauso viele, vorzugsweise zweimal oder viermal so viele, Empfangselemente (5b) aufweist wie das erste Array (4a) an ersten Elementen (5a) hat.
5. Vorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** jeweils vier Empfangselemente (5b), vorzugsweise ein Vielfaches von in Gruppen angeordneten Empfangselementen (5b), einem ersten Element (5a) zugeordnet sind.
6. Vorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die ersten Elemente (5a) die modulierten Wellenfront als Punkte auf die Empfangselemente (5b) projizieren, wobei die projizierten Punkte mit der Drehung des Modulators (3) auf den Empfangselementen (5b) bewegbar sind.

7. Vorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Modulator (3) derart spiegelnd oder transparent ausgebildet ist, dass die ausgesendete Wellenfront mit dem Winkelversatz moduliert reflektierbar oder transmittierbar ist. 5
8. Verfahren zur Bestimmung eines Drehwinkels zweier relativ zueinander drehender Objekte, mit den Schritten: 10
- Aussenden von Licht mit einer Wellenfront mittels einer Lichtquelle (2);
 - Modulieren der ausgesendeten Wellenfront mittels eines Modulators (3), wobei der Modulator (3) zumindest einen Kippwinkel (α) aufweist, so dass eine modulierte Wellenfront mit zumindest einem Winkelversatz zu der ausgesendeten Wellenfront auf einem ersten Array (4a) eines Empfängers (4) rückreflektiert oder transmittiert wird; 15 20
 - Projizieren der modulierten Wellenfront mittels des ersten Arrays (4a) auf einem zweiten Array (4b), so dass eine Mehrzahl von projizierten Punkte auf dem zweiten Array (4b) abgebildet werden; 25
 - Ermitteln einer Bewegung der projizierten Punkte der empfangenen modulierten Wellenfront auf dem zweiten Array (4b), wobei die Punktbewegung durch Differenzbildung der detektierten Intensitäten der empfangenen modulierten Wellenfront bestimmt wird; und 30
 - Ermitteln zumindest eines Drehwinkelsignals aus der kontinuierlichen Veränderung der modulierten Wellenfront und der Punktbewegung der projizierten Punkte. 35
9. Verfahren nach Anspruch 8, wobei eine Auswertung der projizierten Punkte für jedes die modulierte Wellenfront beeinflussende erste Element (5a) des ersten Arrays (4a) durchgeführt wird und mehrere Drehwinkelsignale entsprechend der Anzahl der ersten Elemente (5a) ermittelt werden. 40
10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, wobei die Punktbewegung in unterschiedliche laterale Richtungen bestimmt wird, so dass pro Richtung eine Differenzbildung durchgeführt wird. 45
11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei zumindest ein Intensitätsschwerpunkt für mehrere Empfangselemente (5b) ausgewertet wird, so dass der projizierte Punkt des der Empfangselemente (5b) zugeordneten ersten Elements (5a) bestimmt wird. 50 55
12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die ermittelten projizierten Punkte der je-

weiligen Position der ersten Elemente (5a) zugeordnet werden, so dass zusätzliche Systemgrößen, vorzugsweise Amplitude oder Phasenlage des Drehwinkelsignals bestimmt werden.

Fig. 1

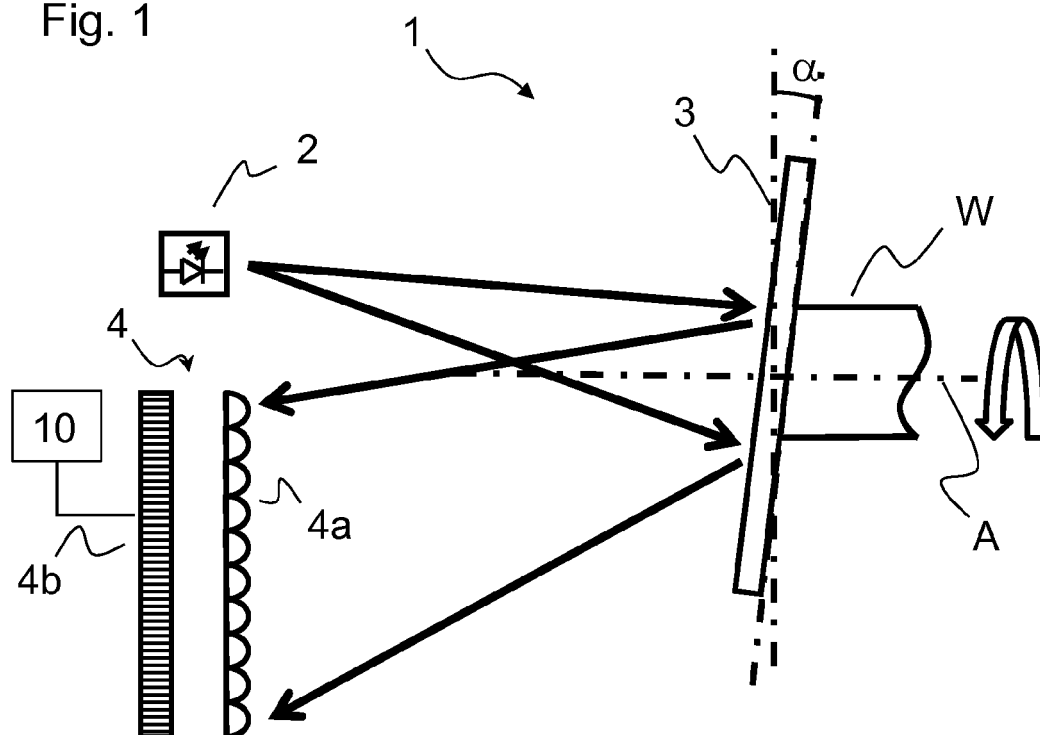


Fig. 2A

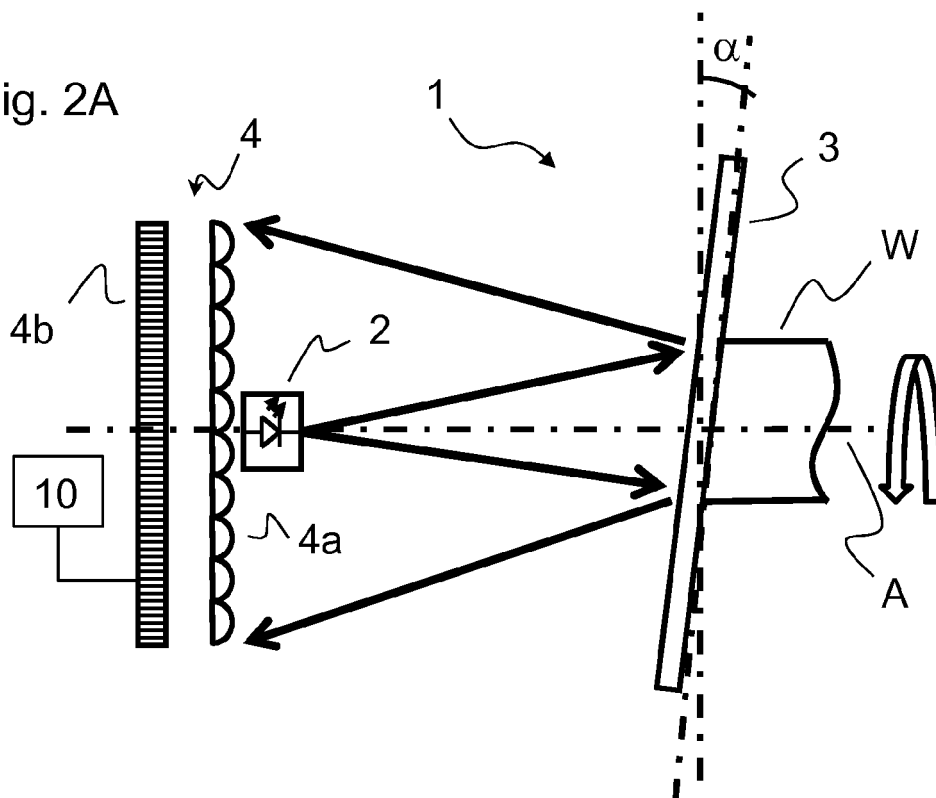


Fig. 2B

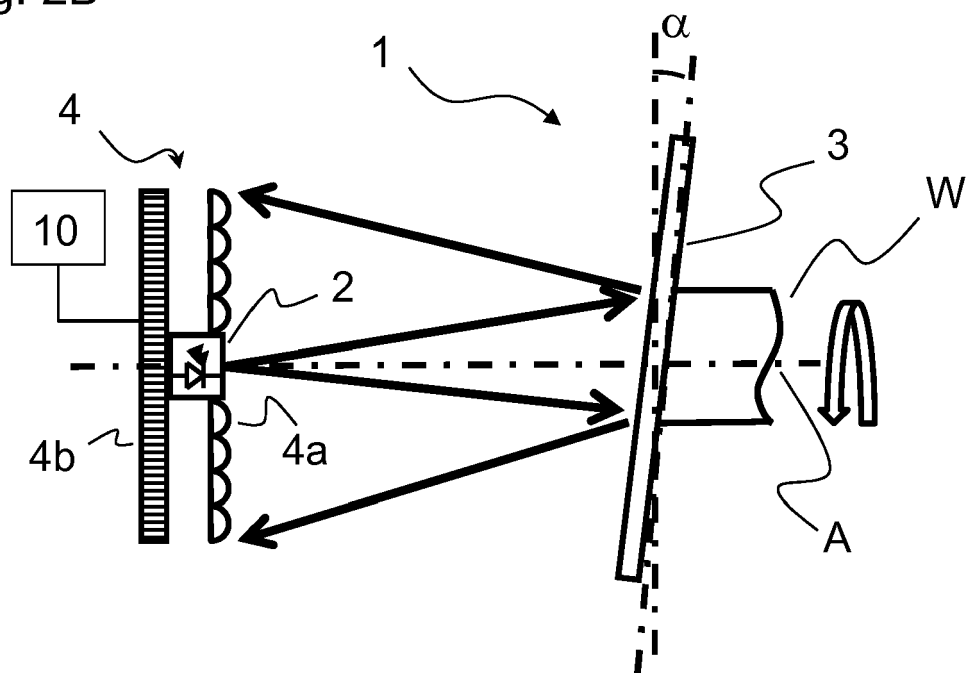


Fig. 3

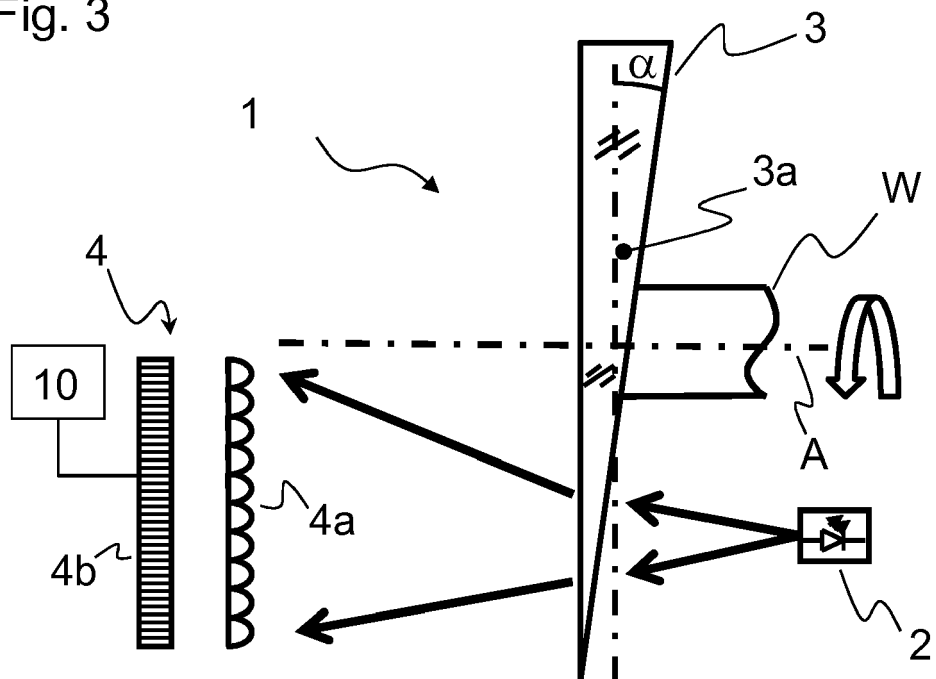


Fig. 4

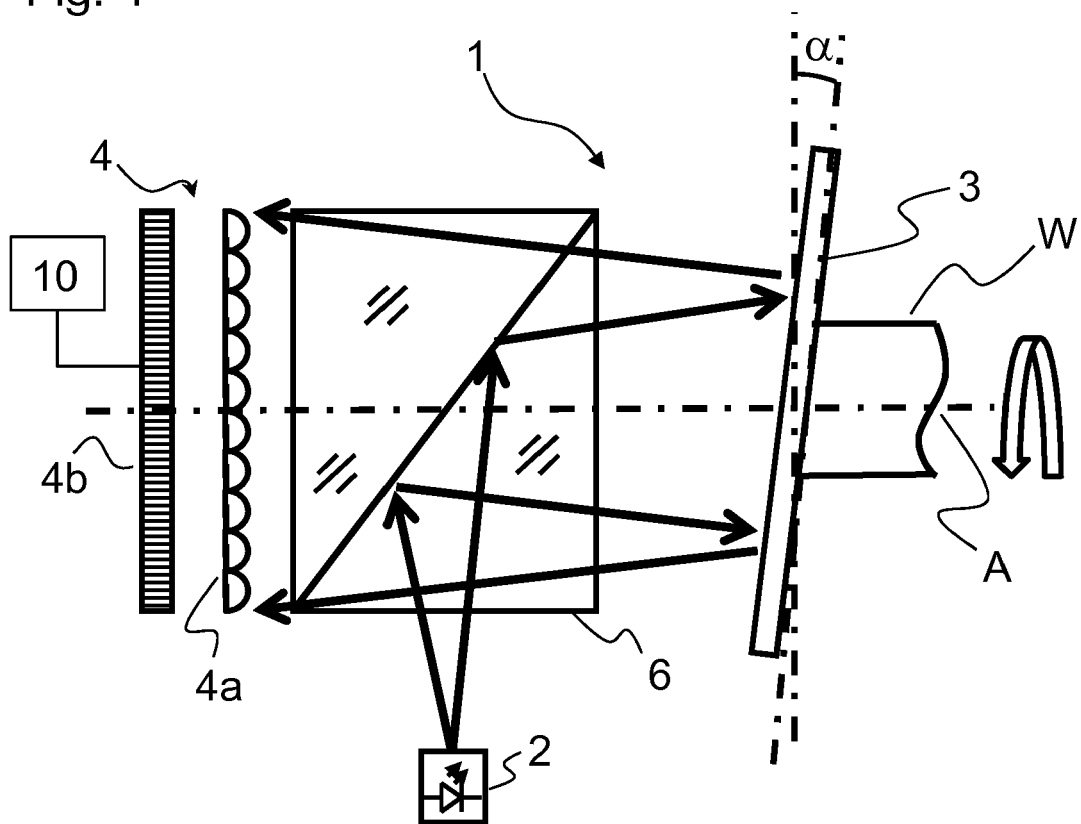


Fig. 5A

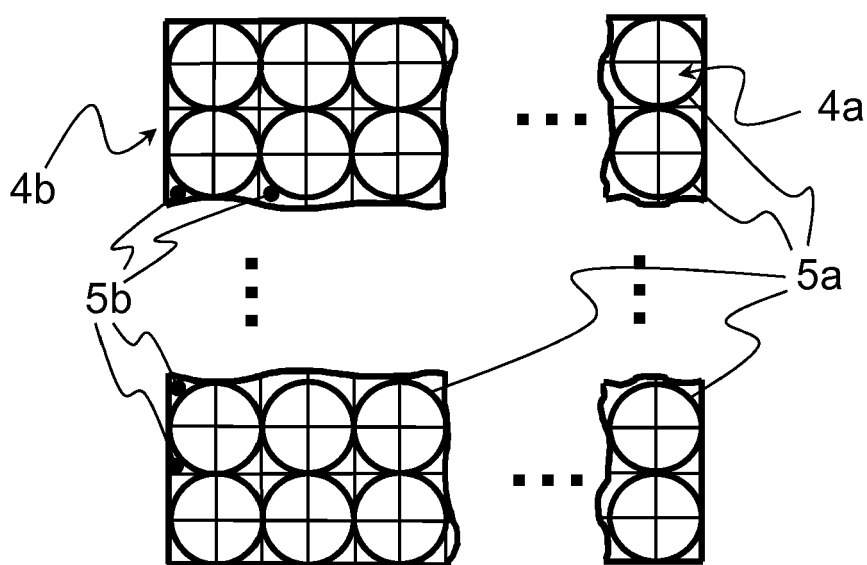


Fig. 5B

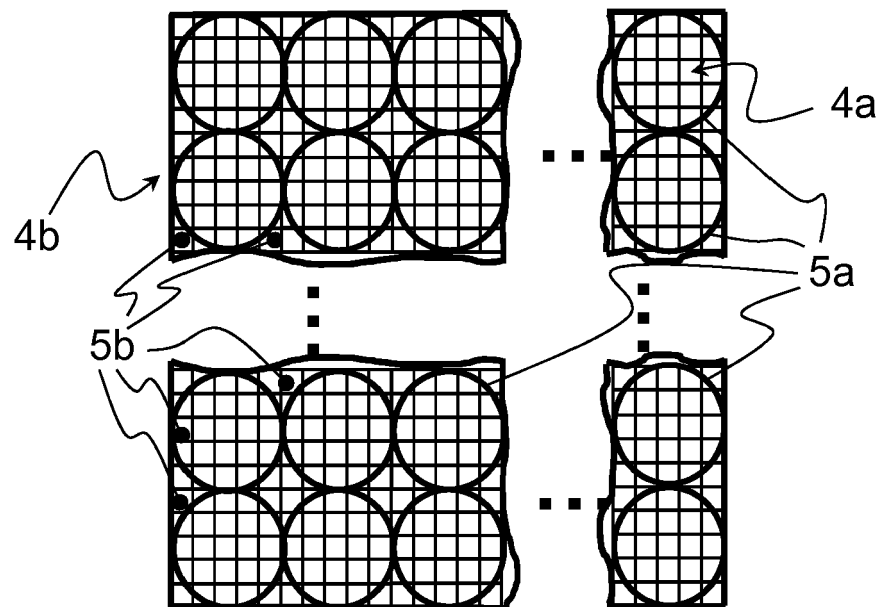


Fig. 5C

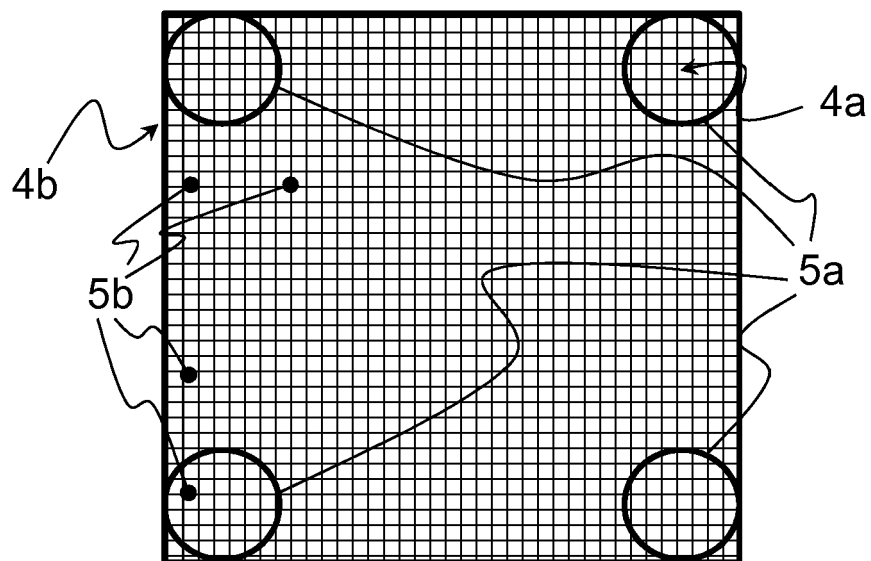


Fig. 5D

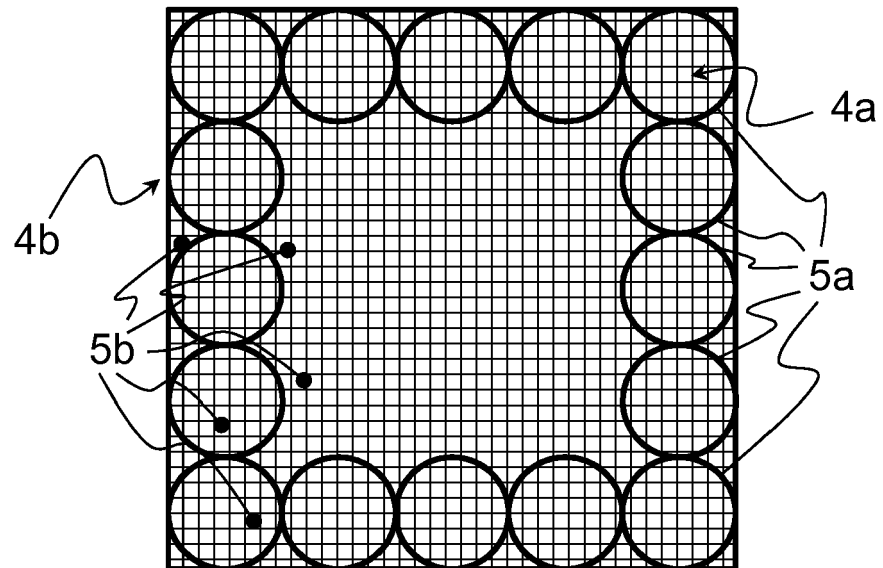
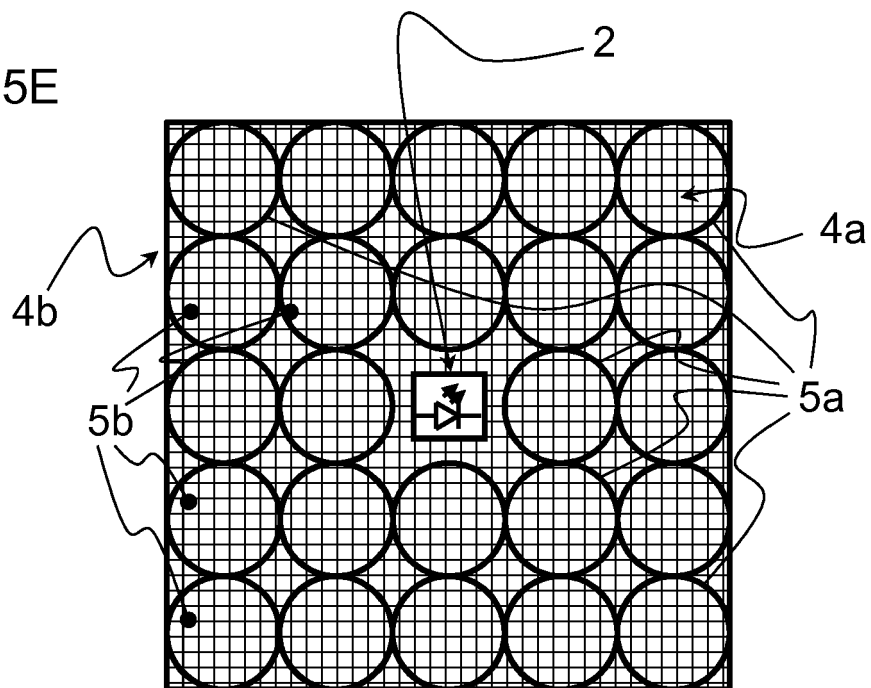


Fig. 5E





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
 EP 14 16 9764

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 2 546 612 A2 (SUISSE ELECTRONIQUE MICROTECH) 16. Januar 2013 (2013-01-16) * das ganze Dokument *	1-15	INV. G01D5/30 G01D5/28 G01J9/00
A	US 2014/043599 A1 (TAKAIE) 13. Februar 2014 (2014-02-13) * das ganze Dokument *	2,11-15	
A	US 2011/211190 A1 (GRIFFITH ET AL) 1. September 2011 (2011-09-01) * das ganze Dokument *	2,11-15	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			G01D G01J
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 6. November 2014	Prüfer Barthélemy, Matthieu
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03/82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 14 16 9764

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

06-11-2014

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 2546612 A2	16-01-2013	EP 2546612 A2	16-01-2013
		US 2013015338 A1	17-01-2013

US 2014043599 A1	13-02-2014	DE 102013215515 A1	13-02-2014
		JP 2014037987 A	27-02-2014
		US 2014043599 A1	13-02-2014

US 2011211190 A1	01-09-2011	AU 2009316985 A1	27-05-2010
		EP 2359108 A2	24-08-2011
		US 2011211190 A1	01-09-2011
		WO 2010058193 A2	27-05-2010

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 2657652 A1 [0002]